FACTSHEET

ISSN 1198-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 715 Publication Date: 11/92

Order#: 92-153 Last Reviewed:

Title: Quality Concrete on the Farm

Division: Agriculture, Food and Rural Affairs
History: *Revision of Factsheet "Quality Concrete on the Farm, May 1982*
Written by: J. Johnson, P.Eng., B. Munro, P.Eng.

Table of Contents

1. Introduction
2. What is Concrete?
3. The Water-Cement Ratio
4. Placement Procedures
5. Curing
6. On-Site Mixing
7. Ready-Mixed Concrete
8. Air-Entrained Concrete

Introduction

Concrete is used on almost every farm. The ultimate quality of this concrete is greatly affected by a number of factors. The purpose of this Factsheet is to describe what concrete is, and how it should be handled after mixing.

| Top of Page |

What is Concrete?

Concrete is a mixture of Portland cement, water, fine aggregate (sand), and coarse aggregate (stone).

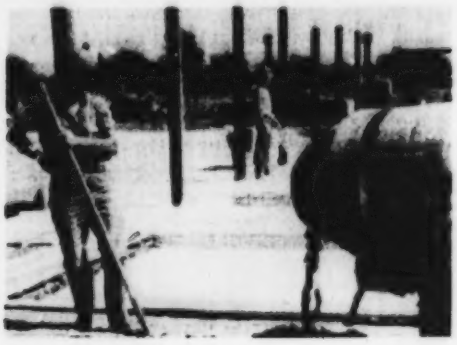
When mixed, the water and cement form a paste, which coats the aggregates and bonds them together. Through a chemical process called "hydration", the cement reacts with the water to form gels, which grow to fill the spaces between the particles of the mix. In this way, the concrete hardens into a rigid mass.

The qualities of this hardened product are affected by three main items:

1. Water/Cement ratio

2. Placement procedures

3. Curing



102-03988/

Figure 1. Placing concrete for a tilt-up slab wall.

| Top of Page |

The Water-Cement Ratio

The water/cement ratio is the ratio (by weight) of the water to the weight of cement in the concrete mixture. Concrete for farm use should have a water/cement ratio of about 0.5. It should be slightly lower for severe exposures, and can be slightly higher for mild exposures (see Table 2 for exposure conditions). A water/cement ratio of 0.5 means that for every 1 kg of cement in the mix. 0.5 kg (1) of water is used.

If excess water is used in making the concrete, the result is that there is more space between the particles of the concrete mixture than can be filled by the cement gel. This results in a lighter, weaker, more porous, and less durable concrete which may not have the characteristics to allow it to withstand the exposure conditions for which it was designed. Since farm concrete is usually subjected to severe exposure conditions, it should be of the highest quality possible.

| Top of Page |

Placement Procedures

Concrete should be "placed", not "poured". Concrete should not be expected to flow around formwork or over the ground. It should be placed within 1 m of its final position in the work. By doing this, the possibility of segregation of the paste from the aggregates will be minimized.

Concrete placed in forms should be puddled or vibrated to achieve as dense a product as possible. The strength and durability of the concrete are increased by this procedure.

Concrete placed in slabs requires leveling, floating, and texturing as part of the placement process. If concrete is able to be placed, consolidated, and finished without undue effort, it is said to be "workable". The workability of concrete can be increased by the addition of water, but, obviously, this is not a desirable method unless the cement content is also increased to maintain the correct water/cement ratio. Instead, chemical admixtures can be added to increase the workability without the use of water. These admixtures include water reducers, super plasticizers, and air-entrainers. They can be made part of the concrete mix, whether farm-mixed or delivered ready-mixed.

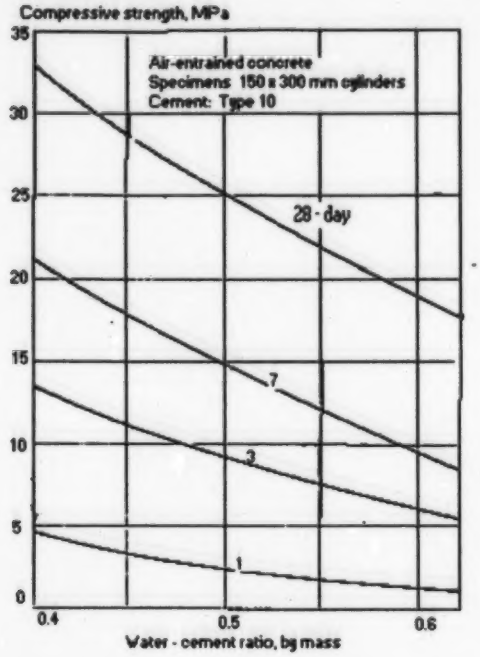


Figure 2. Compressive Strength of concrete versus its water/cement ratio.

| Top of Page |

Curing

Proper curing of concrete has a very important influence on the final properties of the concrete. Curing is the process of maintaining the temperature and humidity conditions so that the cement hydration reaction can take place. Water must be **continually** available to the cement particles for hydration to continue. This continuing hydration will cause the concrete to become stronger, less porous, and more durable. When moisture is no longer available, **hydration stops**. **Figure 3** shows the relative strengths of identical concretes cured for different periods of time. Concrete that has moist-cured for seven days has reached 75% of its rated strength and continues to 100% strength by the end of 180 days. By comparison, concrete cured for three days attains only 80% strength and uncured concrete, only 55% of its rated strength.

To maintain moisture, cover with plastic or apply spray-on curing compounds. These retain the water in the concrete by preventing evaporation. On level surfaces, add water by sprinkling, ponding, or by adding wet coverings such as burlap or straw. On formed concrete, leaving the forms on helps contain moisture in the concrete.

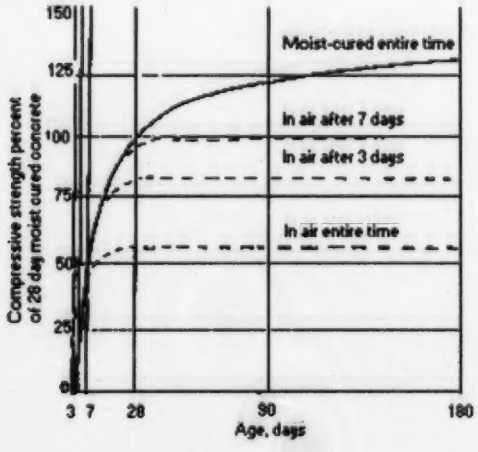


Figure 3. The importance of proper curing on concrete strength.

| Top of Page |

You must also control temperature for proper curing. The optimum temperature is 150°C (600°F) with the upper limit 320°C (900°F) and the lower limit 40°C (400°F). At high temperatures, apply cool water to keep the concrete cool. In cold weather, keep the concrete warm by using insulation. heated forms or heated enclosures. The hydration of cement generates heat that can be used if it is held in by insulation.

Fresh concrete must be protected from freezing. Expanding ice crystals cause surface damage, cracking, increased permeability, heaving and structural faults. Protecting the concrete for at least 3 days at a temperature of 100°C or above, allows the concrete to gain sufficient strength to withstand freeze-thaw cycles.

Early strength can be achieved by the addition of extra cement to the mix. For farm-mixed concrete, increase the amount of cement in **Table 1**. When ordering ready-mixed concrete, ask for a concrete that will achieve higher strength at an earlier age. Curing is also very important when using a high-strength at an earlier age. The length of time the concrete must be protected against freezing can be reduced from 3 days to 1 day, when high-early-strength concrete and good curing procedures are used.

| Top of Page |

On-Site Mixing

Use **Table 1** as a guide for mixing concrete for farm use. The water content may vary slightly from that suggested in the table, depending on the moisture content of the sand. After a rain, the water requirement will not be as great as if the sand had been sitting through a period of hot, dry weather. **For all locations on the farm, use air-entrained concrete.**

Ready-Mixed Concrete

Order ready-mixed concrete according to its final use. Use higher strength in high wear areas. Table 2 gives the recommended compressive strength to specify.

For **flat work use** 40 mm (1 - ½ in.) maximum size aggregate and 50 - 100 mm (2 to 4 in.) slump. For **formed** work use 20 mm (3/4 in.) maximum size aggregate and a 75 - 125 mm (3 in. to 5 in.) slump. In addition to the above specifications, all concrete on the farm should be air-entrained. By having these tiny air bubbles placed throughout the concrete, damage due to frost and acids is greatly decreased. Specify 5 to 8% when using 20 mm (3/4 in.) aggregate. **Do not add extra water at the site.** The proper amount of water has been added to the mix at the plant and extra water will seriously affect the strength, durability, and water tightness of the finished concrete throughout its life-time.

| Top of Page |

Air-Entrained Concrete

All concrete on the farm should be air-entrained. Ordinary concrete contains about 2% entrapped air, but in large voids. Adding an air-entraining admixture results in millions of tiny air bubbles being produced in the concrete.

Increasing the air content up to a maximum of 8%:

(1) increases workability,

(2) decreases permeability,

(3) decreases freeze thaw damage,

(4) reduces segregation.

The tiny bubbles of entrained air act as a lubricant between aggregate particles causing them to slide over one another easily. These tiny bubbles eliminate the large voids that allow water to penetrate and expand during freezing (the cause of freeze-thaw damage in non air-entrained concrete). Since the entrained air increased workability, the water/cement ratio can be reduced, thus increasing the strength, durability and

wear resistance of the concrete.

Table 1a. ** Proportions by mass to make 1/10 cubic metre of concrete for small jobs

Air-entrained concrete

Maximum-size of coarse aggregate	Cement	Wet, fine aggregate	Wet, coarse aggregate	Water
mm	**kg**	**kg**	**kg***	
10	46	85	74	16
14	43	74	88	16
20	40	67	104	16
40	37	61	120	14

** If crushed stone is sued, decrease coarse aggregate by 5 kg and increase fine aggregate by 5 kg.*

*** Table used by permission: Canadian Portland Cement Association*

| Top of Page |

Table 1b. ** Proportions by volume* of concrete for small jobs.
Air-entrained concrete

Maximum-size of coarse aggregate mm	Cement	Wet, fine aggregate	Wet, coarse aggregate	Water
10	1	2 - 1/4	1 - 1/2	1/2
14	1	2 - 1/4	2	1/2
20	1	2 - 1/4	2 - 1/2	1/2
40	1	2 - 1/4	3	1/2

** The combined volume is approximately 2/3 of the sum of the original bulk volumes*

*** Table used by permission, Canadian Portland Cement Association.*

Table 2. Exposure vs. Water/Cement Ratio and Minimum 28 Day Compressive Strength

Use	Maximum Water/Cement Ratio	Minimum 28 Day Compressive Strength, MPa
Severe Exposure (Managers, Manure Tanks)	0.45	30
Normal Exposure (Barnyards, Floors, Walls, Foundations, Beams)	0.50	25
Mild Exposure (Footings)	0.55	20

**All concrete should be air-entrained from 5 - 8% of the concrete volume.*

This Factsheet was authored by: J. Johnson, P.Eng., Resources Management, OMAFRA, B. Munro, P.Eng. Canadian Portland Cement Association

For more information...contact J. Johnson at john.johnson@omafra.gov.on.ca

| Top of Page |

| Engineering Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases|

Ontario

This site maintained by the Government of Ontario, Canada

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is current or accurate.
Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: engineering@omafra.gov.on.ca
© Copyright 2002 Queen's Printer for Ontario
Last Updated: May 30, 2001

Ontario

ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario

Agdex: 715 Date de publication: 11/92
Commande no. 92-154 Dernière révision: 11/92

Titre: Béton de qualité à la ferme

Division: Agriculture et affaires
Situation:
Rédacteur: J. Johnson et B. Munro

Table des matières

1. Introduction
2. Qu'est-ce que le béton?
3. Rapport eau/ciment
4. Procédés de mise en place
5. Cure
6. Malaxage sur place
7. Béton prêt à l'emploi
8. Béton à air entraîné

Introduction

Sur presque chaque ferme, on utilise le béton. Un certain nombre de facteurs influencent grandement la qualité de ce béton. L'objet de la présente fiche est de définir le béton et d'indiquer comment le traiter après son malaxage.

| Haut de la page |

Qu'est-ce que le béton?

Le béton est un mélange de ciment portland, d'eau, de granulats fins (sable) et de gros granulats (gravier ou pierre concassée).

Le mélange d'eau et de ciment forme une pâte qui enrobe les granulats et les lie ensemble. La réaction chimique entre le ciment et l'eau, qu'on appelle hydratation, produit des gels, qui remplissent les espaces entre les particules du mélange. Le béton durcit ainsi en une masse solide.

Les qualités de ce produit durci sont fonction de trois facteurs :

1. Le rapport eau/ciment

2. Les procédés de mise en place

3. La cure (durcissement et séchage)

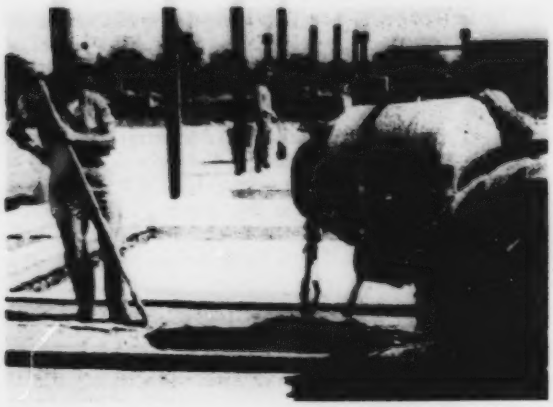


Figure 1. Mise en place du béton pour un mur en panneaux basculants.

| Haut de la page |

Rapport eau/ciment

Le rapport eau/ciment est la proportion entre la masse de l'eau et celle du ciment dans un mélange de béton. Le rapport eau/ciment d'un béton utilisé sur la ferme devrait être d'environ 0,5. Il devrait être légèrement moins élevé pour des conditions d'exposition extrêmes, et il peut être légèrement supérieur pour une exposition légère (voir le tableau 2 pour plus de renseignements à ce sujet). Un rapport eau/ciment de 0,5 signifie que pour chaque kilogramme de ciment dans le mélange, on utilise 0,5 kg (0,5 L) d'eau.

S'il y a trop d'eau dans le béton, les espaces seront plus grands entre les particules du mélange et le gel de ciment ne parviendra pas à les remplir. Il en résultera un béton plus léger, faible et poreux, et moins durable, qui pourrait manquer de résistance aux conditions d'exposition pour lesquelles on l'avait destiné. Comme le béton à la ferme est généralement soumis à des conditions d'exposition extrêmes, il devrait être de la meilleure qualité possible.

| Haut de la page |

Procédés de mise en place

Le béton doit être « placé » et non « versé ». On ne doit pas s'attendre à ce que le béton s'écoule de lui-même autour des éléments coffrés ou en surface du sol. Il faut le placer à moins de 1 m de sa position finale afin que le risque de ségrégation entre la pâte et les granulats soit minimal.

Le béton placé dans des coffrages doit être gâché ou vibré pour que le produit soit aussi dense que possible. On augmente de cette façon la résistance et la durabilité du béton.

Dans le cas des dalles, le procédé de mise en place du béton exige, entre autres, l'aplanissage, le talochage et la texturation. Si le béton peut être placé, consolidé et fini sans difficulté particulière, on dit qu'il est « maniable ». On peut améliorer sa maniabilité en ajoutant de l'eau mais, évidemment, ce **n'est pas** désirable à moins qu'on augmente en même temps la teneur en ciment pour maintenir le rapport eau/ciment recherché. On utilisera plutôt des ajouts cimentaires pour améliorer la maniabilité sans l'addition d'eau. Ces ajouts cimentaires comprennent les réducteurs d'eau, les superplastifiants et les entraîneurs d'air. Ils peuvent être incorporés au béton, qu'il soit mélangé sur la ferme ou livré prêt à l'emploi.

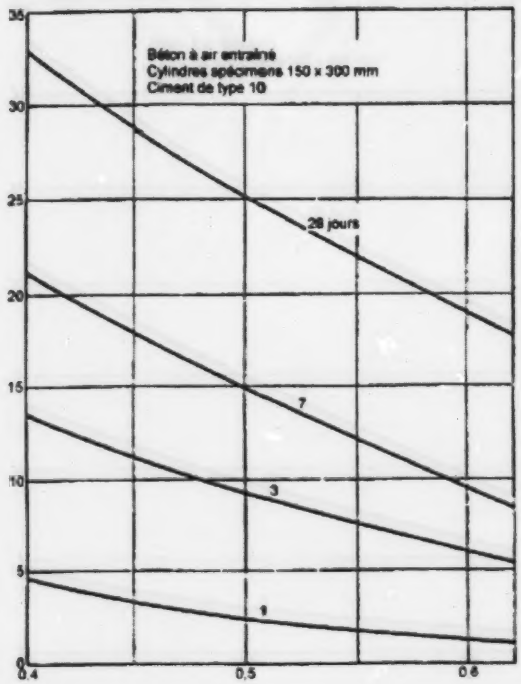


Figure 2. Résistance en compression du béton versus son rapport eau/ciment.

| Haut de la page |

Cure

La maturation adéquate a une influence très importante sur les propriétés finales du béton. La cure consiste à maintenir des conditions de température et d'humidité propices à l'hydratation du ciment. L'eau doit être **continuellement** disponible aux particules de ciment pour que l'hydratation se poursuive. Cette hydratation continue rendra le béton plus résistant, moins poreux et plus durable. Quand l'humidité n'est plus disponible, **l'hydratation s'arrête**. La figure 3 illustre la relation entre l'augmentation de résistance de bétons identiques et différentes durées de cure. Après sept jours de maturation humide, le béton a atteint 75 % de sa résistance nominale; il a acquis 100 % de sa résistance après 180 jours de cure. En comparaison, le béton mûri durant trois jours n'atteint que 80 % de sa résistance et le béton non mûri, seulement 55 % de sa résistance nominale.

Pour maintenir l'humidité, on couvre le béton d'une pellicule plastique ou on applique des produits de cure par vaporisation. On retient ainsi l'eau dans le béton en empêchant l'évaporation. Sur les surfaces planes, on peut ajouter de l'eau par arrosage, recouvrir le béton d'une nappe d'eau ou utiliser de la jute ou de la paille imbibée d'eau. Dans le cas du béton coffré, le fait de garder les coffrages en place aide à maintenir l'humidité dans le béton.

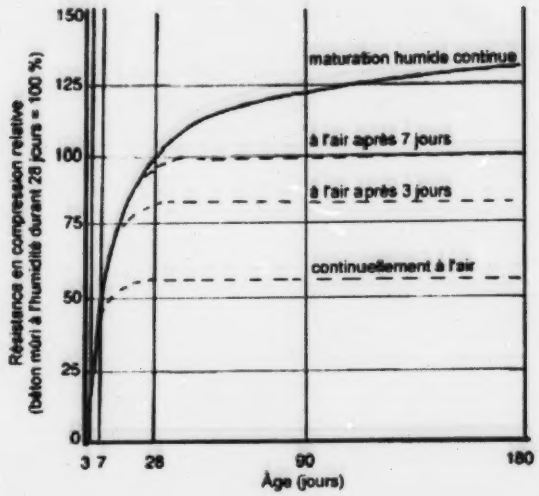


Figure 3. Importance d'une maturation adéquate sur la résistance du béton.

Pour obtenir une cure adéquate, il faut aussi contrôler la température. La température idéale est de 15 °C (60 °F), avec une limite supérieure de 32 °C (90 °F) et une limite inférieure de 4 °C (40 °F). Par temps chaud, on utilise de l'eau fraîche pour garder le béton frais. Si la température est basse, on garde le béton chaud en profitant du soleil ou en utilisant des coffrages ou des abris chauffés. L'hydratation du ciment génère de la chaleur qui sera utile si elle est conservée dans le béton par exposition au soleil.

On doit protéger le béton frais contre le gel. L'expansion de cristaux de glace cause des dommages en surface, des fissures, une augmentation de la perméabilité, du gonflement et des défauts structuraux. Protégé pendant au moins trois jours à 10 °C (50 °F) ou plus, le béton peut résister aux cycles de gel-dégel.

On obtient une meilleure résistance initiale en ajoutant une quantité supplémentaire de ciment au mélange. Pour du béton préparé sur la ferme, on peut augmenter les quantités de ciment qui figurent au tableau 1. La cure est aussi très importante quand on utilise un béton à haute résistance initiale. Au moment de commander le béton prêt à l'emploi, il faut préciser qu'on désire un béton à haute résistance initiale. On peut écourter la durée de protection du béton contre le gel de trois jours à un jour quand on utilise ce type de béton et qu'on adopte de bons procédés de cure.

| Haut de la page |

Malaxage sur place

Le tableau 1 peut servir de guide pour le mélange de béton utilisé sur la ferme. Le contenu en eau peut différer légèrement de celui indiqué dans le tableau, selon le degré d'humidité du sable. Après une pluie, il faudra moins d'eau que si le sable a subi une période de temps chaud et sec. **Partout à la ferme, on doit utiliser du béton à air entraîné.**

| Haut de la page |

Béton prêt à l'emploi

Commander le béton prêt à l'emploi en fonction de son utilisation projetée. Utiliser du béton à haute résistance dans les endroits prédisposés à l'usure. Le tableau 2 indique la résistance en compression recommandée à préciser dans la commande.

Pour les **travaux à plat**, utiliser des granulats de 40 mm (1½ po) au maximum et un affaissement de 50 à 100 mm (2-4 po). Pour les **travaux coffrés**, utiliser des granulats de 20 mm (3/4 po) au maximum et un affaissement de 75 à 125 mm (3-5 po). En plus des spécifications ci-dessus, tout béton utilisé sur la ferme doit être du type « à air entraîné », car une dispersion uniforme des petites bulles d'air dans le béton diminue grandement le risque de dommages dus au gel et aux acides. Il faut préciser qu'on veut un béton renfermant de 5 à 8 % d'air quand des granulats de 20 mm (3/4 po) sont utilisés. **Ne pas ajouter d'eau sur place.** La quantité d'eau appropriée a été ajoutée au mélange à l'usine et toute quantité additionnelle affecterait la résistance, la durabilité et l'étanchéité du béton de manière définitive.

| Haut de la page |

Béton à air entraîné

Tout béton utilisé sur la ferme doit être « à air entraîné ». Le béton ordinaire contient à peu près 2 % d'air emprisonné, mais cet air n'est pas dispersé uniformément dans le béton. L'addition d'un adjuvant entraîneur d'air a pour effet de produire des millions de toute petites bulles d'air dans le béton.

L'augmentation de la teneur en air jusqu'à un maximum de 8 % a les effets suivants sur le béton :

1) augmentation de sa maniabilité,

2) diminution de sa perméabilité,

3) diminution du risque de dommages causés par le gel-dégel,

4) réduction de la ségrégation.

Les petites bulles d'air entraîné agissent comme lubrifiant entre les particules de granulats, les faisant glisser les unes sur les autres avec facilité. Elles éliminent les grands vides qui sont vulnérables à la pénétration d'eau dont le gel cause l'expansion (les dommages dus au gel-dégel se produisent dans le béton sans air entraîné). Étant donné que l'air entraîné augmente la maniabilité du béton, on peut réduire le rapport eau/ciment et augmenter du même coup sa résistance en compression, sa et sa résistance à l'usure.

Tableau 1a. **Dosages (en masse) pour fabriquer 0,1 m³ de béton pour petits travaux

Grosseur maximale du gros granulat (mm)	Béton à air entraîné			
	Ciment (kg)	Granulat fin humide (kg)	Gros granulat humide (kg)*	Eau (kg)
10	46	85	74	16
14	43	74	88	16
20	40	67	104	16
40	37	61	120	14

* *Si l'on utilise de la pierre concassée, diminuer le dosage de gros granulat de 5 kg et augmenter dans la même mesure, le dosage de granulat fin.*

** *Tableau utilisé avec la permission de l'Association canadienne du ciment portland.*

Tableau 1b. **Dosages du béton (en volume*) pour petits travaux

Grosseur maximale du gros granulat (mm)	Béton à air entraîné			
	Ciment	Granulat fin humide	Gros granulat humide	Eau
10	1	2¼	1½	½
14	1	2¼	2	½
20	1	2¼	2½	½
40	1	2¼	3	½

* *Le volume total représente environ les 2/3 du total des volumes de chacun des composants.*

** *Tableau utilisé avec la permission de l'Association canadienne du ciment portland.*

Tableau 2. Exposition versus rapport eau/ciment et résistance minimale à la compression à 28 jours

Utilisation	Rapport maximal eau/ciment	Résistance minimale à la compression à 28 jours, MPa
Exposition extrême (mangeoires, citernes à lisier)	0,45	30
Exposition modérée (cours extérieures, planchers, murs, fondations, poutres)	0,50	25
Exposition légère (semelles)	0,55	20

* *Tout béton doit être du type « à air entraîné », renfermant de 5 à 8 % d'air en volume.*

Nous remercions le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

Cette fiche a été rédigée à l'origine par **J. Johnson**, Ing. P., Direction de la gestion des ressources, MAAO, et **B. Munro**, Ing. P., Association canadienne du ciment portland.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario

Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à engineering@omafra.gov.on.ca

©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2002

Dernières modifications : 30 mai 2001